

FORMATION OF AMORPHOUS SILICON

FILED: April 03, 1981 (19810403)

PURPOSE: When amorphous silicon for semiconductor elements is produced by the glow discharge method, the discharge power is specified in the zone contacting with the aluminum electrode to bring the aluminum into ohmic contact with the amorphous silicon.

CONSTITUTION: In the reaction chamber, SiH(sub 4) containing PH(sub 3) is decomposed with glow discharge to form amorphous Si(a-Si) on the base plate. When a semiconductor is formed using the a-Si, an ohmic contact point is set on a part and used as an electrode. These electrodes 13, 13' are made of aluminum and a-Si of the a-Si in the zone contacting with the electrodes is formed under a discharge power of over 0.3W/cm², thus ohmic contact is formed. In order to develop this effect more efficiently, the a-Si film in the active zone is formed under low discharge power conditions and that in the zone contacting with the electrodes is formed under the above conditions until to a certain thickness.

特開57-186310 (2)

グロー放電によつて SiH_4 の分解が行われ、基板1の上 Si-Si が形成されるのである。この方法によれば、基板温度が数百度と低く、製造エネルギーが低く、かつ不純物ガスの切り換えにより p 型接合が形成されるので工程が簡単であり、面積が狭くてもよく大面積が安価に得られるなどの特徴を有している。

このように本方法で得られた Si-Si を新しい半導体デバイス材料として見てみると非常に有用な材料が得られ、一歩実用化されているものの、未だ Si-Si の成長機構、膜内の欠陥、膜内の含有水素量、膜内の不純物、キャリア移動度などの問題は不明の部分が多く、今後研究が必要である。例えば、上述した膜内の含有水素の影響とは次のような事である。 SiH_4 ガスによつて形成された Si-Si の中には H が含まれていて、その H が Si のテトラリングバンドと結合することによつて Si-Si の局在単位密度を下げ p-n 調整ができることになると考えられているが、この水素化 Si-Si の性質は水素の存在とその量によ

つて大きく影響されるのである。同様に SiH_4 を用いた時には F の存在と量に影響され、このフッ素化 Si-Si と先の水素化 Si-Si との比較も大きな研究課題となつている。さてこの Si-Si を材料として半導体素子装置を形成した場合、必ず Si-Si のいずれかの部分にオーミック接触を設けて電極を取り出さねばならないことになる。

オーミック接触を行う金属材料は周知のように、抵抗率が小さいこと、 Si-Si との間に整流性をもたないこと、少数キャリアの侵入障とならないこと、 Si-Si と反応したり或いはマイグレーションを起こさないこと、取り出しが簡単であることなどが必要である。このようなことから、 Si-Si においては、 p 面には比較的仕事関数の大きい Pt や Pd などが、 n 面には比較的仕事関数の小さい Al 、 Mo などが考えられ、また電極が浸透であることが必要な時には In_2O_3 、 SnO_2 、 I-T-O などが考えられているのである。勿論、 Si-Si がこれらの電極と接触する領域は SiH_4 や PH_3 などの不純物ガスを SiH_4 ガスなどに混入させて $\text{p}^+\text{-Si-Si}$ 、 $\text{n}^+\text{-Si-Si}$

とする場合が多い。

これらの電極材料のうちで、 Al は膜形成のしやすさ、密着性、ボンディングのしやすさ、価格、信頼性などから今まで半導体の電極材料として充分実績のある材料である。

しかしながら各側の実験を繰り返してみると、 Al は Si-Si に対してオーミック材料としてはかなり不安定で、第2図に示すように p 型 Si-Si 12の両端に Al 電極13、13'を形成して測定してみると、実験結果は第3図に示すように I-V 特性からオーミック接触でなく整流性をもつものが多いことが判明した(比較のため Mo 、 I-T-O の I-V 特性を示しておいたが、これらにおいてはオーミック接触が形成できる)。この時形成した $\text{p}^+\text{-Si-Si}$ 、 $\text{n}^+\text{-Si-Si}$ の I-V 特性は第4図に示すようにである。

図2 両側 Al 電極形成

図3 $\text{p}^+\text{-Si-Si}$ 、 $\text{n}^+\text{-Si-Si}$ の I-V 特性

第4図に示すように、 $\text{p}^+\text{-Si-Si}$ 、 $\text{n}^+\text{-Si-Si}$ の I-V 特性は整流性を示すものが多いことが判明した。

このように Al は従来の Si-Si 半導体を用いた半導体素子装置ではオーミック接触がとれる良好な電

極材料であるにもかかわらず、 Si-Si に対してはオーミック接触がとりにくいことが判明したのである。

よつて本発明は以上の欠点を除去し、 Si-Si に対して Al がオーミック接触をとれる良好な電極材料となりうる方法を提案することにある。

すなわち、本発明は半導体素子に用いるアモルファス・シリコンの形成方法において、該アモルファス・シリコンはグロー放電分解法によつて得られ、かつアルミニウムを電極材料とし、少なくとも該アルミニウムと接触する領域のアモルファス・シリコンを放電電極面積に対して 0.1 W/cm^2 以上の放電電力の下で形成させることを特徴とするものである。

Al が Si-Si に対してオーミック接触がとれなかつた理由として、 Al と Si-Si の I-V 特性の比を考えると、

実を述べると、 Al と Si-Si の I-V 特性の比は、放電分解の際の電力に強く依存していることが判明した。第5図の Al の I-V 特性の結果は高周波グロー

特開昭57-166310 (3)

放電の際の進行速度による電圧を 0.1 W/cm^2 にしたものである。これに対し、他の条件を同じくして進行速度による電圧を 0.1 W/cm^2 以上にして、第2図と同じ構造を作つてI-V特性を調べた結果の例が第4図である。この結果から判るように、 Al も他の Mo 、 I-T-O などと同じように良好なオーミック接触が形成できる。

その他の実験からもオーミック接触の形成の可否は不純物濃度よりも放電電力に強く依存していることが判明した。この点もはまた明らかではないが、 p-Si 膜の性質が変化したことによると思われる。通常、 p-Si 膜の形成などに用いられる放電電力は 0.1 W/cm^2 程度であり、この程度の放電電力では不純物濃度を低くしても Al ではオーミック接触がとれず、種々実験の結果、 0.1 W/cm^2 以上でのみオーミック接触が形成されることが判明した。しかし p-Si 膜を活性領域としてデバイスとした場合、光導電特性やダイオード特性は放電電力を増せば増すほど劣化する。例えばダイオードにした場合、 0.1 W/cm^2 程度ではダイオードの

n 因子は $n=1.2 \sim 1.5$ とかなり良好であるが、 0.1 W/cm^2 の放電電力となると $n=2$ 前後とダイオード特性が悪くなるのである。

したがつて、本発明の効果をより有効に発揮するには、 p-Si 膜の活性領域は放電電力の低い条件で形成して、電極に接触する部分の p-Si 膜のある厚みの領域を 0.1 W/cm^2 以上の放電電力で形成すればよい。

n 型の p-Si 膜に限つて本発明の効果を示したものが、これに限るものでなく p 型の p-Si 膜についても同様なことがいえる。この結果、本発明によつても同様のことがいえる。この結果、本発明によつて Mo など高融点、高価な金属と異なつて、低融点で安価な Al がオーミック接触のとれる電極材料として用いることができ、 p-Si 膜形成も同一装置内で放電電力を変化させればよいので簡単である。本方法で得られた p-Si に Al を接触させれば例えば太陽電池等にしても I_{sc} の減少やフィラ、ファクターの悪化が抑えられ、効率を向上させることができ、その効果は大きなものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図はグロー放電分解法による p-Si 形成のための装置の概略図。

第2図は、 Al 電極を用いた p-Si のI-V特性測定のための測定図。

第3図は、従来法による p-Si の各種電極に対するI-V特性図。

第4図は、本発明による p-Si の各種電極に対するI-V特性図。

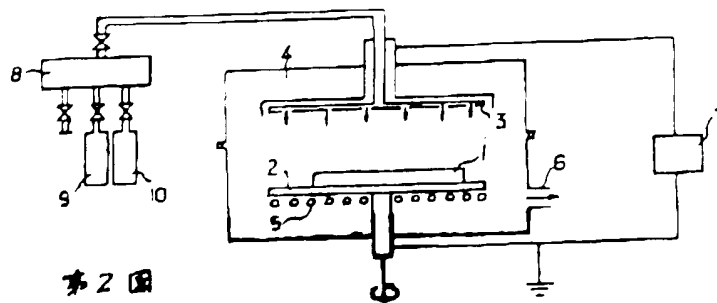
特許出願人： スタンレー電気株式会社

代理人： 弁護士 海 保 三

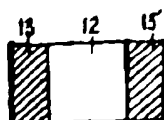
同： 弁護士 平 山 一 孝

特開昭57-165310(4)

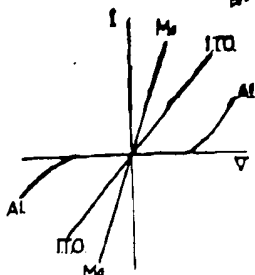
第1図



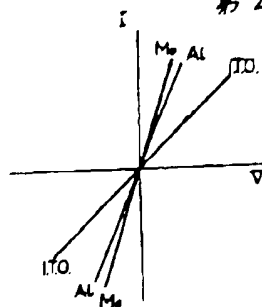
第2図



第3図



第4図



手続補正書(自発)

昭和57年2月2日

特許庁長官 島田 善 樹 殿

1. 事件の表示

昭和56年特許出願第48299号

2. 発明の名称 輝晶質シリコンの形成方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 東京都目黒区中目黒2丁目9番18号

代 理 人 (有) (230) スタンレー電気株式会社

4. 代 理 人 甲105

住 所 東京都港区新橋3丁目6番14号

グロイトビル8階 電話03(550)7666

代 理 人 (有) (230) スタンレー電気株式会社

補正書の「発明の背景を説明」の部分

A. 補正の内容

1. 明細書、第5頁第16～17行の「 $PR_1/8IH_1=0.01$ 」「 $=0.01$ 」を「 $PR_1/8IH_1=0.01$ 」に訂正する。

(2) 同、第7頁第10行の「ことが判明した。」

と「この理由は」との間以下記を挿入する。

「また、反応室の排気口に接続された可成のバルブを酸化させて真空度を酸化させても放電電力が0.3 W/cm以上にならないとALとオーミック接触にならないことが多いことも判明した。」

(3) 同、第7頁第12行の「われる。」と「通常、」との間以下記を挿入する。

「つまり、AlとHの結合状態が $(8IR)_n$ よりも、放電電力を上げることによって $(8IH)_n$ が増加したためと考えられる。」

(4) 同、第7頁第19行の「劣化する。」と「例えば」との間以下記を挿入する。

「例えば、反応室の排気口に接続された可成のバルブを酸化させて真空度を酸化させても放電電力が0.3 W/cm以上にならないとALとオーミック接触にならないことが多いことも判明した。」